

AP3 Rec'd PCT/PTO 05 JUN 2005

1

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Glaskörpers

- [001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Glaskörpers, insbesondere eines Glaskörpers eines elektrochemischen Sensors, beispielsweise eines pH-Sensors oder eines anderen ionensensitiven Sensors.
- [002] Ein pH-Sensor zum Erfassen des pH-Werts eines Mediums umfasst gewöhnlich zwei koaxiale Glasrohre, wobei das äußere Glasrohr an dem medienberührenden Ende mit dem inneren Glasrohr verbunden ist, wodurch die medienseitige Öffnung des äußeren Glasrohrs verschlossen ist, und wobei das medienberührenden Ende des inneren Glasrohrs eine ionensensitive Glasmembran aufweist. In dem medienberührenden Endabschnitt des äußeren Rohrs ist zudem mindestens ein Diaphragma vorgesehen, über welches eine Elektrolytbrücke zwischen einer Referenzflüssigkeit in einer äußeren Kammer, welche zwischen dem inneren Glasrohr und dem äußeren Glasrohr gebildet ist, und einem den Sensor umgebenden Medium zu gewährleisten.
- [003]
- [004] Die Herstellung der Glaskörper erfordert viel handwerkliche Arbeit und ist sehr aufwendig. Die Anmelderin hat ein Verfahren zur Herstellung des inneren Glasrohrs mit einer daran angeblasenen ionensensitiven Glasmembran automatisiert, wie in dem Deutschen Patent Nr. DE 10 116 0755 und der Offenlegungsschrift Nr. DE 10 116 099 beschrieben ist. Die solchermaßen gefertigten Innenrohre werden mit einem äußeren Glasrohr zu einer so genannten Einstabmesskette kombiniert, indem in das medienseitige Ende des äußeren Glasrohrs ein durchbohrter poröser Stopfen aus PTFE eingesetzt wird, und das innere Glasrohr in die Bohrung des porösen Stopfens eingesetzt wird. Es gibt dagegen noch kein automatisches Fertigungsverfahren für den Glaskörper einer Einstabmesskette einschließlich der ionensensitiven Membran mit einer Glasverbindung zwischen dem inneren Glasrohr und dem äußeren Glasrohr. Die Gründe hierfür sind zweifach. Erstens würde ein nachträgliches Verschmelzen des Endbereichs eines äußeren Glasrohrs mit dem Endbereich eines inneren Glasrohrs, welches bereits mit einer ionensensitiven Membran versehen ist, die ionensensitive Membran gefährden. Zweitens ist es bisher nicht möglich, das äußere Glasrohr derart mit dem inneren Glasrohr zu verbinden, dass an dem Rand der verbleibenden Öffnung des inneren Glasrohrs eine ionensensitive Glasmembran mit einem automatisierten Verfahren gemäß der obigen Schutzrechte angeblasen werden kann.

- [005] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur automatischen Fertigung eines Glaskörpers für eine Einstabmesskette bereitzustellen.
- [006] Die Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren gemäß des unabhängigen Patentanspruchs 1, und die Vorrichtung gemäß des unabhängigen Anspruchs 10.
- [007] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Glaskörpers für einen potentiometrischen Sensor umfasst die Schritte:
- [008] Beschicken einer ersten Spindel einer Glasdrehmaschine mit einem äußeren Glasrohr und einem inneren Glasrohr, wobei das äußere Glasrohr und das innere Glasrohr coaxial zueinander und zu einer Rotationsachse der ersten Spindel der Glasdrehmaschine angeordnet sind, das innere Glasrohr und das äußere Glasrohr jeweils ein medienseitiges Ende aufweisen, und die beiden medienseitigen Enden in einer definierten axialen Position zueinander positioniert werden; Beschicken einer zweiten Spindel mit einem Hilfglasrohr, wobei die Rotationsachse der zweiten Spindel coaxial zu der Rotationsachse der ersten Spindel, angeordnet ist; Annähern des Hilfglasrohrs an das äußere Glasrohr; Verschmelzen des äußeren Glasrohrs mit dem Hilfglasrohr; Erzeugen einer Verbindung zwischen dem äußeren Glasrohr bzw. dem Hilfglasrohr und dem inneren Glasrohr; Abziehen eines Hilfglasrohrrests; Erzeugen einer medienseitigen Öffnung des inneren Glasrohrs; und Formen eines medienseitigen Rands der Öffnung. Optional umfasst das Verfahren weiterhin das automatische Anblasen einer Glasmembran an dem medienseitigen Rand.
- [009] Die beschriebenen Schritte werden vorzugsweise alle automatisch durchgeführt.
- [010] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine Vorrichtung mit einer Glasdrehmaschine und mindestens eine elektronische Datenverarbeitungseinrichtung vorgesehen, die mit mehreren Sensoren und Steuerungen kommuniziert.
- [011] Die Vorrichtung umfasst eine Kamera zur Überwachung geometrischer Parameter wie der Zentrierung der Glasrohre, deren axialer Position und zumindest den Durchmesser des äußeren Glasrohrs erfasst. Die Kamera ist mit der elektronischen Datenverarbeitungsanlage verbunden, die eine digitale Bildverarbeitung durchführt.
- [012] Die Datenverarbeitungsanlage kommuniziert mit den Steuerungen der Antriebe der ersten und der zweiten Spindel. Die Spindeln werden zum Verbinden des Hilfglasrohrs mit den anderen Rohren in gleichsinnige Rotation versetzt, wobei derzeit zudem eine identische Drehzahl für beide Spindeln bevorzugt ist. Die Drehzahl der Spindeln während der Bearbeitung kann einige 100 U/min, beispielsweise 200 bis 300 U/min betragen.
- [013] Weiterhin kommuniziert die Datenverarbeitungsanlage mit einer Steuerungs-

vorrichtung für einen Brenner. Die Steuerungsvorrichtung steuert einerseits das Gasgemisch mit dem der Brenner gespeist wird, vorzugsweise eine Zündvorrichtung, sowie die Position des Brenners und dessen Winkel bezüglich der Achse der Spindeln.

[014] Die Temperatur der zu bearbeitenden Glasabschnitte ist ein wesentliches Kriterium für die Steuerung des Brenners, sie wird mittels eines Pyrometers erfasst, welches ebenfalls mit der zentralen Datenverarbeitungsanlage kommuniziert. Die Bearbeitungstemperatur kann beispielsweise etwa 800°C bis 900°C betragen.

[015] Eine Blasleitung kommuniziert mit dem inneren und dem äußeren Glasrohr über deren medienabgewandtes Ende. Der Blasdruck in der Blasleitung wird vorzugsweise ebenfalls mittels der zentralen Datenverarbeitungsanlage gesteuert.

[016] Das dem äußeren Glasrohr und dem inneren Glasrohr abgewandte Ende des Hilfs-glasrohrs ist während des Verfahrens vorzugsweise druckdicht verschlossen.

[017] Die Vorrichtung umfasst vorzugsweise ebenfalls weiterhin einen automatisch positionierbaren Werkzeugträger der ebenfalls von der zentralen Datenverarbeitungsanlage gesteuert wird. Der Werkzeugträger kann ein hitzebeständiges Werkzeug tragen, welches beispielsweise einen keramischen Werkstoff oder einen Kohlefaserwerkstoff aufweist, wobei mit dem Werkzeug der Rand der medienseitigen Öffnung geformt werden kann.

[018] Vorzugsweise sind zudem automatische Manipulatoren, beispielsweise Greifvorrichtungen vorgesehen, mit denen die Glasrohre aus Magazinen entnommen werden, und die Spindeln beschickt werden. Zudem werden die Glaskörper nach dem Formen der medienseitigen Öffnung bevorzugt mittels eines automatischen Manipulators aus der Glasdrehbank entnommen und direkt, oder über ein Magazin an eine Vorrichtung zum Anblasen der Membran übergeben.

[019] Das Erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung werden nun anhand eines in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben.

[020] Es zeigt:

[021] Fig. 1. Eine schematische Längsschnitte durch einen Glaskörper während der verschiedenen Bearbeitungsstufen nach einer Ausgestaltung des dem erfindungsgemäßen Verfahrens.

[022] Hinsichtlich der dargestellten Ausgestaltung des Verfahrens ist zu den einzelnen Verfahrensschritten das folgende anzumerken. Bei Beschicken der ersten und zweiten Spindeln mit den Glasrohren ist vorzugsweise jeweils ein definierter axialer Anschlag für die Rohre vorgegeben, um die axiale Position der Rohre zueinander festzulegen. Das äußere Glasrohr 2 und das innere Glasrohr 1 müssen zudem hinsichtlich der

Spindelachse der ersten Spindel zentriert sein. Die Überwachung der Zentrierung erfolgt durch die Kamera, die mit der elektronischen Datenverarbeitungsanlage verbunden ist, die eine digitale Bildverarbeitung durchführt. Mittels der Kamera und der Bildverarbeitung wird zudem die axiale Position der medienseitigen Rohrenden des inneren und äußeren Glasrohres erfasst. Weiterhin wird der Rohrdurchmesser erfasst.

- [023] Beim Annähern des Hilfglasrohrs 3 an das äußere Glasrohr 2 wird das Hilfglasrohr 3 vorzugsweise zunächst auf einen Abstand von etwa 1 mm an das äußere Glasrohr herangefahren. Dann werden die Glasrohre mittels des Brenners hinreichend erhitzt, dass sie miteinander verschmolzen werden können.
- [024] Zum Verschmelzen des Hilfglasrohrs mit dem äußeren Glasrohr wird das Hilfglasrohr ganz an das äußere Glasrohr herangefahren. Ggf. wird die Verbindung der Glasrohre sogar etwas axial gestaucht und anschließend wieder gestreckt. Das Stauchen und Strecken kann ggf. auch mehrfach wiederholt werden, um eine homogene Verbindung zu erzielen. Zum Einstellen des Durchmessers der Verbindungsstelle kann mittels der Blasleitung der Luftdruck in den Glasrohren kontrolliert werden.
- [025] In einer Weiterbildung des Verfahrens weist das äußere Glasrohr in seinem medienseitigen Endabschnitt mindestens ein keramisches Diaphragma auf, welches beispielsweise in die medienseitigen Stirnseite zumindest teilweise eingeschmolzen sein kann. Zur Erleichterung des Einschmelzens ist es derzeit bevorzugt, dass zumindest ein Abschnitt einer Mantelfläche der keramischen Membranelemente eine Beschichtung aus Glas aufweist, mit welcher das Diaphragma auf der Stirnseite eingeschmolzen sein kann. Durch das Verschmelzen des Hilfglasrohres mit dem äußeren Rohr wird das Diaphragma dann in das entstehende Außenrohr des Glaskörpers integriert.
- [026] Zum Erzeugen einer Verbindung zwischen dem Außenrohr, bestehend aus dem äußeren Glasrohr und dem Hilfglasrohr und dem inneren Glasrohr wird das Außenrohr solchermaßen in einem Abschnitt erwärmt und in Richtung der Hilfglasrohrspindel in die Länge gezogen, dass sich der Durchmesser in dem erwärmten Abschnitt so weit verringert dass der Abschnitt des Außenrohrs mit dem medienseitigen Rand des Innenrohrs verbunden und verschmolzen wird. Zur Homogenisierung der Verbindung sind Stauchungen und Streckungen um die angestrebte Endlage möglich, wobei zur Kontrolle des Durchmessers der Luftdruck mittels der Blasleitung einstellbar ist.

- [027] In dieser Ausgestaltung weist das innere Glasrohr an seinem medienseitigen Ende eine teller- bzw. scheibenförmige radiale Aufweitung auf, welche die Verbindung zum Außenrohr erleichtert.
- [028] In dieser Ausgestaltung des Verfahrens wird anschließend ein Konus 4 ausgebildet, indem ein Abschnitt des Außenrohrs, welcher medienseitig von der Verbindung zwischen dem inneren Glasrohr und dem Außenrohr axial beabstandet ist, mit einer breiten Flamme oder einem schwenkenden Brenner erwärmt und axial in die Länge gezogen wird.
- [029] Zum Abziehen des Hilfglasrohrrests 3' wird eine axial begrenzter Trennabschnitt mit einer schmalen Flamme erwärmt und in die Länge gezogen, bis die Verbindung zwischen den Teilen des Außenrohrs am Trennabschnitt reißt.
- [030] Insofern, als die medienseitige Öffnung des Rohres nach dem Abziehen des Hilfglasrohres verschlossen ist, muss zur Wiederherstellung der medienseitigen Öffnung 5 das Rohr ausgeblasen werden. Hierzu wird der verschlossene Endbereich in einem begrenzten axialen Abschnitt erwärmt.
- [031] Zum Formen des Randes 6 der medienseitigen Öffnung wird ein hitzebeständiges Werkzeug an den geschmolzenen Rand 6 der Öffnung gefahren, wobei das Werkzeug eine Kontur bereitstellt um den Rand 6 der Öffnung zu formen.
- [032] Während die Zwischenschritte nach der anfänglichen Positionierung und Zentrierung der Rohre sowohl kameraüberwacht als auch „blind“ nach einem gespeicherten Programmablauf ohne Kontrolle über Bildverarbeitung erfolgen können, ist es derzeit bevorzugt, dass beim Formen des Randes eine Überwachung und Steuerung dieses Prozess-Schrittes auf Grundlage der Kameraüberwachung erfolgt. Auf diese Weise kann eine gleich bleibende Qualität der Ränder erzielt werden, welche für das automatische Anblasen der Glasmembranen erforderlich ist.
- [033] Hinsichtlich der Einzelheiten des Anblasens der Glasmembran wird auf Lehre der obigen Schutzrechte der Anmelderin verwiesen. Im Prinzip wird dazu der Glaskörper bestehend aus dem inneren Glasrohr und dem äußeren Glasrohr mit dem medienseitigen Rand auf die Oberfläche einer Glasschmelze aufgesetzt; dann wird der Glaskörper angehoben, wobei ein Film aus Glasschmelze, der von dem medienseitigen Rand aufgespannt wird, die medienseitige Öffnung verschließt. Dann wird mittels eines vorgegebenen Druckverlaufs, eine Glasmembran aus dem Film geblasen.
- [034] Gegebenenfalls wird der Glaskörper nach dem Formen des medienseitigen Randes und vor dem Anblasen der Membran von der Glasdrehmaschine entfernt, und eine Vorrichtung zum Anblasen der Membran wird mit dem Glaskörper beschickt, damit

das Anblasen der Membran erfolgen kann.

Ansprüche

- [001] 1. Verfahren zur automatischen Herstellung eines Glaskörpers für einen potentiometrischen Sensor umfassend:
- [002] Beschicken einer ersten Spindel einer Glasdrehmaschine mit einem äußeren Glasrohr und einem inneren Glasrohr, wobei das äußere Glasrohr und das innere Glasrohr coaxial zueinander und zu einer Rotationsachse der ersten Spindel der Glasdrehmaschine angeordnet werden, das innere Glasrohr und das äußere Glasrohr jeweils ein medienseitiges Ende aufweisen, und die beiden medienseitigen Enden in einer definierten axialen Position zueinander positioniert werden;
- [003] Beschicken einer zweiten Spindel mit einem Hilfglasrohr, wobei die Rotationsachse der zweiten Spindel coaxial zu der Rotationsachse der ersten Spindel, angeordnet ist;
- [004] Annähern des Hilfglasrohrs an das äußere Glasrohr; Verschmelzen des äußeren Glasrohrs mit dem Hilfglasrohr zu einem Außenrohr;
- [005] Erzeugen einer Verbindung zwischen dem Außenrohr, bestehend aus dem äußeren Glasrohr und dem Hilfglasrohr und dem inneren Glasrohr;
- [006] Abziehen eines Hilfglasrohrrests von dem Außenrohr;
- [007] Erzeugen einer medienseitigen Öffnung des inneren Glasrohrs; und
- [008] Formen eines medienseitigen Rands der Öffnung.
- [009] 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei an den geformten medienseitigen Rand der Öffnung automatisch eine Glasmembran angeblasen wird.
- [010] Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das innere Glasrohr an seinem medienseitigen Ende eine teller- oder scheibenartige radiale Aufweitung aufweist.
- [011] 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei nach dem Erzeugen einer Verbindung zwischen dem Außenrohr, und vor dem Abziehen des Hilfglasrohrrests von dem Außenrohr; ein Konus an dem medienseitigen Ende des Außenrohrs geformt wird.
- [012] 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Erzeugen der medienseitigen Öffnung das Ausblasen des inneren Glasrohrs umfasst.
- [013] 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Formen des Randes der medienseitigen Öffnung mittels eines Werkzeuges erfolgt, welches einen keramischen Werkstoff oder ein Kohlefasermaterial aufweist.
- [014] 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Formen des

Rands der medienseitigen Öffnung, mittels einer Kamera und digitaler Bildverarbeitung überwacht und gesteuert wird.

- [015] 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das äußere Glasrohr in seinem medienseitigen Endabschnitt mindestens ein keramisches Diaphragma aufweist, welches in die medienseitigen Stirnseite zumindest teilweise eingeschmolzen ist.
- [016] 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei ein Abschnitt einer Mantelfläche der keramischen Membranelemente eine Beschichtung aus Glas aufweist, mit welcher das Diaphragma in die Stirnseite eingeschmolzen ist.
- [017] 10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der bisherigen Ansprüche, umfassend eine Glasdrehmaschine mit zwei coaxialen zueinander axial beweglichen Spindeln; einen automatisch gesteuerten Brenner; eine Überwachungskamera, zur Überwachung mindestens eines der obigen Prozessschritte; einen Temperatursensor zur Überwachung der Temperatur von zu bearbeitenden Abschnitten der Glasrohre; Manipulatoren zum automatischen Beschicken der Spindeln; und eine Datenverarbeitungsanlage, welche mit den vorgenannten Komponenten funktionell gekoppelt ist, um Messdaten von den Komponenten zu erhalten bzw. um die Komponenten zu steuern; und einen Programmspeicher mit einem Steuerungsprogramm zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Ansprüche 1 bis 9.

1/1

[Fig. 001]

1/1

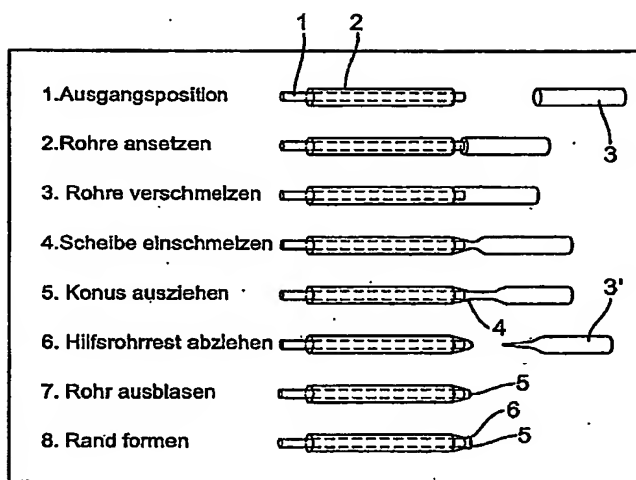


Fig. 1